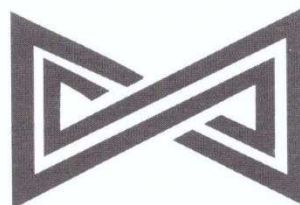


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
МОСКОВСКОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО РАДИОТЕХНИКИ,
ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ им. А.С.ПОПОВА



**XVI Всероссийская научно-техническая
конференция
«Электроника, микро- и наноэлектроника»:
3 -7 июля 2017 года, г. Суздаль, Россия**

Москва 2017 год

УДК 621.38+621.38.049.77+621.382.049.77

ББК 32.85+32.852

Э45

XVI Всероссийская научно-техническая конференция «Электроника, микро- и наноэлектроника»: 3-7 июля 2017 года, г. Суздаль, Россия

М.: Федеральное государственное учреждение «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук, 2017. - 72 с.

Сборник содержит программу и тезисы докладов 16-ой Всероссийской научно-технической конференции «Электроника, микро- и наноэлектроника», проводимой в г. Суздаль с 3 по 7 июля 2017 года Федеральным государственным учреждением «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской Академии наук», Московским научно-техническим обществом радиотехники, электроники и связи имени А.С. Попова при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (Грант РФФИ № 17-07-20297 г).

Представленные тезисы отражают широкую панораму деятельности сотрудников российских вузов и научно-производственных организаций в областях электроники, микроэлектроники и наноэлектроники, а также специализирующейся в этих областях учащейся молодёжи.

Сборник предназначен для специалистов, аспирантов и студентов, интересующихся работами в области современной электроники.

© Федеральное государственное учреждение «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», 2017 г.

ISBN 978-5-93838-062-2

Научная программа
XVI Всероссийской научно-технической конференции
«Электроника, микро- и наноэлектроника»

Понедельник, 3 июля

15.00 - 20.00. Регистрация и заселение

Вторник, 4 июля

09.30 – 10.30. Выступление сопредседателей Программно-организационного комитета конференции научного руководителя ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН академика РАН В.Б.Бетелина и директора ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН д.т.н., профессора С.Г.Бобкова .

Секция 1. Проектирование СБИС. Наноэлектроника

Вопросы маршрута проектирования сложнофункциональных блоков СБИС, в том числе на базе технологий с проектными нормами менее 100 нм

10.30-11.00. В.Я.Стенин «Эффекты зарядовой связи элементов КМОП микросхем при воздействии одиночных ядерных частиц» (НИЯУ МИФИ, Москва, Россия).

11.00-11.20. М.С.Горбунов «Транзисторная гонка в космосе» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН и НИЯУ МИФИ, Москва, Россия).

11.20-11.40. А.М.Антонова, М.Е.Барских, П.С.Зубковский «Способы фильтрации SNOOP-запросов в многоядерных микропроцессорах» (НИЯУ МИФИ и ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия).

11.40-12.00. Coffee break

Секция 1. Проектирование СБИС. Наноэлектроника (продолжение)

12.00-12.20. С.И.Бабкин, С.И.Волков, А.С.Новосёлов «Исследование возможности использования технологии 05КНИ с вольфрамовой металлизацией для создания высокотемпературных интегральных схем» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия).

12.20-12.40. В.В.Мастеров, Ю.Б.Рогаткин «Цифровая ФАПЧ для технологического процесса с нормами 65 нм» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия).

12.40-13.00. К.О.Петросянц, Е.И.Батаруева, Н.И.Рябов «Расчёт задержек в межсоединениях цифровых СБИС с учётом электро-тепловых эффектов» (НИУ «Высшая школа экономики», Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова, Москва, Россия)

13.00-14.00. Обеденный перерыв

Секция 1. Проектирование СБИС. Наноэлектроника (продолжение)

14.10-14.30. Л.М.Самбурский, М.Р.Исмаил-Заде, Е.Ю.Кузин, И.А.Четвериков, В.С.Даныкин «Исследование характеристик и определение параметров SPICE-моделей субмикронных КНИ МОПТ в диапазоне температуры до 300° С» (НИУ «Высшая школа экономики», Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова, Москва, Россия)

14.30-14.50. И.А.Харитонов, И.А.Четвериков, Е.Ю.Кузин, М.Р.Исмаил-Заде «Определение параметров SPICE-моделей МОПТ при низких температурах /до минус 200° С/» (НИУ «Высшая школа экономики», Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова, Москва, Россия)

14.50-15.10. Д.И.Слинкин «Анализ практического использования современных методов тестирования СБИС» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия).

15.10-15.30. А.Ю.Богданов «Опыт применения платформы прототипирования на ПЛИС «PROTIUM» для верификации микропроцессоров (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия).

Стендовый доклад. С.А.Кизиев, К.К.Смирнов «Конструктивные и технологические решения для увеличения надежности современных СБИС» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия).

15.30-15.50. Coffee break

Секция 2. Электронные системы

Проектирование электронных систем на основе современных СБИС

15.50-16.10. М.С.Ладнушкин «Метод итерационного проектирования встроенных средств тестирования с компрессией» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия).

16.10-16.30. В.Р.Джафаров «UNIVERSAL MEMORY BUS (UMBus) –универсальный программируемый контроллер доступа во флеш-память NOR-типа (NOR flash) и статическую память (SRAM)» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия).

16.30-16.50. О.В.Момотова «Разработка программно-аппаратного комплекса приема-передачи тестовых изображений и видеоданных на FPGA SPARTAN-6» (НИУ «МИЭТ», НТЦ «ЭЛИНС», Москва (Зеленоград), Россия).

Среда, 5 июля

Секция 2. Электронные системы (продолжение)

09.30-09.50. В.А.Харин, П.Ю.Демьянов, Н.Ю.Миронов, Е.С.Стенькин «Модуль универсального устройства интерфейса и параметрического тестера МКПД по ГОСТ Р 52070-2003» (ЗАО НТЦ «Модуль», Москва, Россия).

09.50-10.10. Д.В.Бородин, Ю.В.Осипов, В.В.Васильев «Отечественные матричные КМОП фотоприёмники формата 1,3 мегапикселей» (ООО «РТК Инпекс», Московская область, г. Мытищи и АО «НПП Пульсар», Москва, Россия).

Секция 3. Радиационная стойкость электронных устройств и систем

Вопросы обеспечения радиационной стойкости электронных устройств и систем

10.10-10.30. К.О.Петросянц, Л.М.Самбурский, И.А.Харитонов «Моделирование сбоев в КНИ/КНС КМОП-схемах с использованием универсальной SPICE-модели» (НИУ «Высшая школа экономики», Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова и ФГБУН «Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН», Москва, Россия).

Определение параметров SPICE-моделей МОПТ при низких температурах (до минус 200°C)

И.А. Харитонов, И.А. Четвериков, Е.Ю. Кузин, М.Р. Исмаил-Заде

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
(Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова), Москва, Россия,

E-mail: ikharitonov@hse.ru

Ключевые слова: КНИ МОПТ, низкая температура, подвижность носителей, SPICE макромодель, определение параметров модели.

При криогенной температуре (до минус 200°C)МОПТ приобретают ряд преимуществ по сравнению с нормальным режимом работы, к которым относятся: более высокая крутизна, большая скорость переключения, меньшее потребление мощности за счет сильного увеличения подвижности носителей заряда. Проблема моделирования КМОП схем в этих условиях состоит в том, что наиболее распространенная модель BSIM3v3 не рассчитана на столь низкие значения температуры и недостаточно корректно описывает характеристики МОПТ [1-3]. Наши результаты экстракции параметров модели BSIM3v3 по экспериментальным данным [4] показали следующее: при снижении температуры до минус 200°Cмодель BSIM3v3 [6] не в состоянии учесть резкие изменения в характере зависимости крутизны от напряжения на затворе (см. рис. 1, б) [1,3,5].

В работе [5] было предложено повысить точность моделирования на низких температурах (77К) за счет уменьшения крутизны сток-затворной ВАХ с помощью дополнительных сопротивлений R_d и R_s (см. рис. 2, а), что является не совсем корректным решением, так как при этом увеличивается суммарное сопротивление транзистора, что, во-первых, приводит к заметной погрешности расчета ВАХ в режиме больших токов и, во-вторых, ухудшает точность моделирования динамических характеристик.

В данной статье предлагается другой вариант решения этой задачи, который не вносит дополнительных сопротивлений в модель и лучше описывает более резкий характер зависимости подвижности от поля затвора при низкой температуре [8,9]. Для этого в эквивалентную схему МОПТ подключен управляемый источник напряжения $V_{gs_Corrective}$, который зависит от приложенного внешнего напряжения на затворе V_g и температуры, направлен встречно по отношению к V_g и снижает эффективное напряжение затвор-истоктранзистора по мере увеличения внешнего напряжения (см. рис. 2, б).

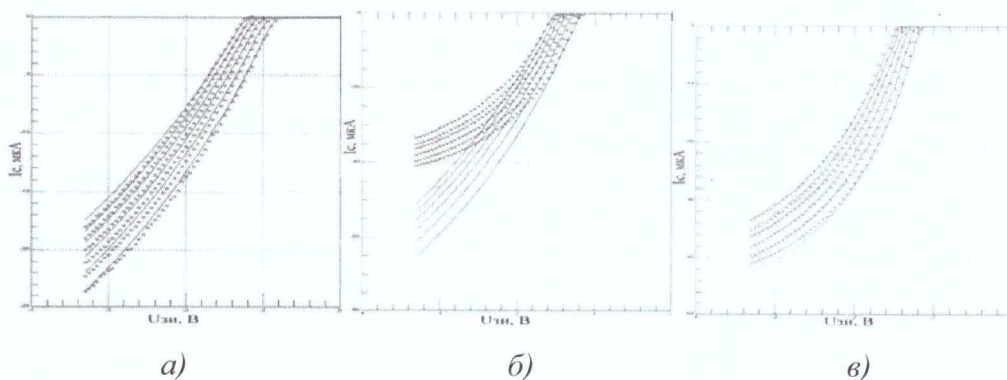


Рис.1 Измеренная [4] и смоделированная сток-затворная характеристики p-канального МОП транзистора ($W/L = 10 \mu m / 2 \mu m$)со стандартной моделью BSIM3v3 при температурах 300K(а), 77K(б) и(в)при 77K с предлагаемой моделью рис. 2, (б).

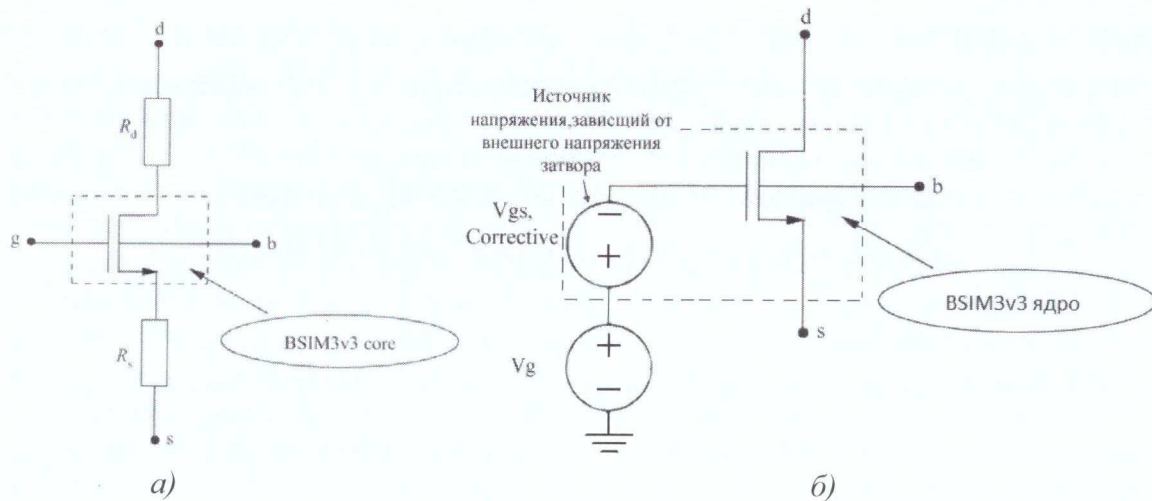


Рис.2 Макромодели МОПТ для низкой температуры: с дополнительными сопротивлениями R_d и R_s [7] (а) и с дополнительным источником напряжения $V_{gs_Corrective}$ (б)

На рис. 1 (в) приведено сравнение результатов уточненного моделирования с результатами измерений ВАХ для р-канального транзистора ($W/L = 10 \text{ мкм} / 2 \text{ мкм}$) при температуре 77K [4]. Видно, что предложенная макромодель позволила снизить погрешность моделирования характеристик МОПТ при криогенных температурах с 59% (при использовании стандартной модели BSIM3v3) до 10%.

Литература

1. Jin Hu. Low Temperature Effects on CMOS Circuits//Electrical Engineering and Computer Science. Northwestern University. Evanston, IL 60208, USA
2. F. Balestra, L. Audaire, C. Lucas. Influence of substrate freeze-out on the characteristics of MOS transistors at very low temperatures//Solid-State Electronics,1987, Vol. 30, No. 3, pp. 321-327
3. G. Ghibaudo, F. Balestra. Low temperature characterization of silicon CMOS devices, Microelectron Reliab,1997,1353–66.
4. Hongliang Zhao, Xinghui Liu. Modeling of a standard 0.35 μm CMOS technology operating from 77 K to 300 K//Cryogenics 59,2014, pp. 49–59.
5. Jia Kan, Sun Weifeng, Shi Longxing. A sub-circuit MOSFET model with a wide temperature range including cryogenic temperature//Journal of Semiconductors, June 2011, Vol. 32, No. 6
6. BSIM3v3 Manual Copyright © 1995, UC Berkeley, 1996
7. G. Ghibaudo, F. Balestra. Modelling of ohmic MOSFET operation at very low temperature// Solid-State Electronics,1988, Vol. 31, pp. 105-108
8. A. Emerani, F. Balestra, G. Ghibaudo. On the understanding of electron and hole mobility models from room to liquid helium temperatures//Solid State Electron, 1994, Vol. 37, No. 10, pp.1723-1730
9. Deok Su Jeon, Dorothea E. Burk MOSFET electron inversion layer mobilities-A physically based semi-empirical model for a wide temperature range//IEEE transactions on electron devices, August 1989, Vol.36, No.8.

СПИСОК АВТОРОВ ДОКЛАДОВ

1. А.В.Амирханов- стр. 8, 22
2. А.В.Андрианов- стр. 8, 9
3. А.А.Антонов- стр. 8, 11
4. А.М.Антонова- стр. 5, 13
5. А.В.Антонюк- стр. 8, 15
6. С.И.Бабкин- стр. 5, 16
7. А.С.Бакеренков- стр.7, 47
8. М.Е.Барских- стр. 5, 13
9. Е.И.Батаруева- стр. 5, 51
10. В.В.Беляков- стр. 7, 47
11. В.Б.Бетелин- стр. 5, 8
12. С.Г.Бобков- стр. 5, 8.
13. А.Ю.Богданов- стр. 6, 18
14. Д.В.Бородин- стр. 6, 19
15. Ю.И.Бочаров- стр. 7, 68
16. А.С.Будяков- стр. 8, 37
17. Ю.Д.Бурсиан- стр. 7, 47
18. В.А.Бутузов- стр. 7, 68
19. А.В.Ванюшкин- стр. 8, 21
20. В.В.Васильев- стр. 6, 19
21. А.С.Ватуев- стр. 7, 31
22. А.О.Власов- стр. 8, 11
23. С.И.Волков- стр. 5, 16
24. Е.А.Гагарин- стр. 8, 11
25. А.М.Галимов- стр. 7, 24
26. Р.М.Галимова- стр. 7, 24
27. Н.С.Глухов- стр. 7, 47
28. А.А.Глушко- стр. 8, 22
29. М.С.Горбунов- стр. 5, 26
30. В.С.Даныкин- стр. 5, 55
31. П.Ю.Демьянов- стр. 6, 63
32. В.Р.Джафаров- стр. 6, 28
33. М.Г.Дроздецкий- стр. 7, 29
34. И.В.Елушов- стр. 7, 24
35. В.В.Емельянов- стр. 7, 31
36. Г.И.Зебрев- стр. 7, 24, 29
37. П.С.Зубковский- стр. 5, 13
38. М.Р.Исмаил-Заде- стр. 5, 6, 55, 66
39. С.А.Кизиев- стр. 6, 33
40. Н.М.Клоков- стр. 8, 37
41. Е.Ю.Кузин- стр. 5, 6, 55, 66
42. О.Н.Кусь- стр. 7, 68
43. А.А.Краснюк- стр. 8, 21
44. М.С.Ладнушкин- стр. 6, 35
45. А.А.Лебедев- стр. 8, 37
46. В.В.Макарчук- стр. 8, 22
47. Н.В.Масальский- стр. 8, 39
48. В.В.Мастеров- стр. 5, 41
49. Н.Ю.Миронов- стр. 6, 63
50. А.Г.Мирошниченко- стр. 7, 47
51. О.В.Момотова- стр. 6, 43
52. Е.В.Мрозовская- стр. 7, 24
53. А.Е.Назаренко- стр. 7, 68
54. А.С.Новосёлов- стр. 5, 8, 16, 22
55. В.В.Орлов- стр. 7, 29
56. Ю.В.Осипов- стр. 6, 19
57. В.С.Першенков- стр. 7, 45, 47
58. К.О.Петросянц- стр. 5, 6, 7, 49, 51, 53
59. В.Ю.Прокопьев- стр. 7, 68
60. Ю.Б.Рогаткин- стр. 5, 41
61. А.С.Родин- стр. 7, 47
62. Н.И.Рябов- стр. 5, 51
63. Е.М.Савченко- стр. 8, 37
64. Л.М.Самбурский- стр. 5, 6, 53, 55
65. А.П.Скоробогатов- стр. 7, 57
66. Д.И.Слинкин- стр. 6, 59
67. К.К.Смирнов- стр. 6, 33
68. В.Я.Стенин- стр. 5
69. Е.С.Стенькин- стр. 6, 63
70. Д.В.Трошенков- стр. 8, 21
71. Д.А.Трубицын- стр. 8, 61
72. Р.Г.Усейнов- стр. 7, 31
73. В.А.Фелицын- стр. 7, 47
74. В.А.Харин- стр. 6, 63
75. И.А.Харитонов- стр. 6, 7, 53, 64, 66
76. И.А.Четвериков- стр. 5, 6, 55, 66
77. П.А.Чибисов- стр. 8, 61
78. В.Е.Шунков- стр. 7, 68
79. Л.А.Щигорев- стр. 7, 70
80. Г.А.Яшин- стр. 8, 22

Подписано в печать 22.05.2017 г.
Формат 60х90/8
Печать цифровая. Печатных листов 9,0.
Тираж 120 экз. Заказ № 630.

Отпечатано в ППП «Типография «Наука»
121099, Москва, Шубинский пер, 6